

# Witterungsextreme – heute und morgen

Wie sich extreme Witterungsperioden auf den Wasserhaushalt von Wäldern auswirken

Lothar Zimmermann und Stephan Raspe

**Besonders in den Wintermonaten soll es deutlich wärmer werden. Gleichzeitig gehen die Sommerniederschläge zurück, während es im Winter feuchter werden soll. Die Anzahl heißer Tage soll sich künftig verdoppeln. Wenn Extreme häufiger werden, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass zwei heiße Dürre-Sommer nacheinander auftreten. Eine solche Kombination hätte erhebliche Auswirkungen auf die Wasserversorgung der Wälder in Bayern.**



Foto: LWF

Abbildung 1: Die Klimaerwärmung trifft die Fichte, die ein kühlfeuchtes Klima liebt, besonders hart. Die in Mitteleuropa außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes weit verbreitete Fichte wird in Zukunft immer wieder unter Dürrejahren und den damit verbundenen Folgeschäden stark zu leiden haben.

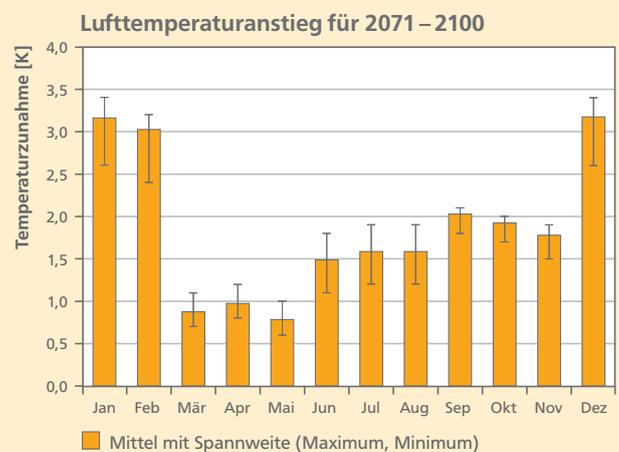


Abbildung 2: Mittlere, monatliche Zunahme der Lufttemperatur an allen 22 Waldklimastationen mit Spannweite (Minimum–Maximum); berechnet nach: WETTREG SRES B1, mittlere Niederschlagsvariante, 2071–2100 zu 1961–1990 (Spekat et al. 2007)

Der Wasserhaushalt steuert entscheidend die Vitalität und das Wachstum der Wälder und wird maßgeblich vom Wettergeschehen beeinflusst. Die aktuell ablaufende Klimaänderung führt daher auf Grund der Temperaturzunahme und der Verschiebung der saisonalen Niederschlagsregime zu gravierenden Veränderungen im Wasserhaushalt der Wälder. Auch für Süddeutschland wurden anhand von flächendeckenden Trendanalysen entsprechende Veränderungen der klimatischen Einflussgrößen bereits für die 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts nachgewiesen (Rudolf et al. 2010). Die Szenariotechnik der Klimamodelle prognostiziert eine weitere Verstärkung dieses Trends bis zum Ende dieses Jahrhunderts (Fröhlich et al. 2010). Neben der Änderung der mittleren Verhältnisse werden dabei auch die Häufigkeit sowie die Stärke und Andauer extremer Hitze- und Trockenperioden zunehmen (Schär et al. 2004), was besondere Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit und das Anpassungsvermögen unserer hiesigen Wälder stellt (Abbildung 1).

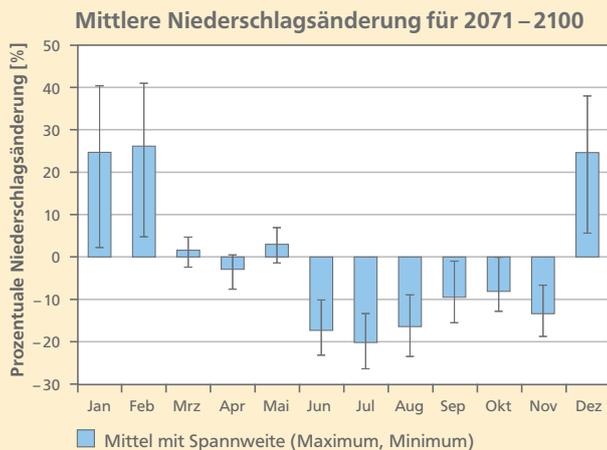


Abbildung 3: Mittlere, monatliche Niederschlagsänderung an allen 22 Waldklimastationen mit Spannweite (Minimum–Maximum); berechnet nach: WETTREG SRES B1, mittlere Niederschlagsvariante, 2071-2100 zu 1961-1990

Wir wollen hier aufzeigen, welche konkreten Änderungen der klimatischen Verhältnisse an Waldstandorten in Bayern vorhergesagt werden und welche Auswirkungen häufigere sommerliche Dürreperioden auf den Wasserhaushalt von Wäldern haben könnten.

### Klimatische Änderungen

Alle derzeit für Bayern verfügbaren regionalen Klimaszenarien (WETTREG, REMO, CLM mit den Emissionsszenarien SRES A2, A1B, B1, basierend auf dem Globalen Klimamodell ECHAM5) zeigen im Mittel bei ungefähr gleichbleibender Jahressumme eine Umverteilung des Niederschlags vom Sommer (Spannweite: -2 % bis -18 %) zum Winterhalbjahr (Spannweite: +2% bis +23 %). Gleichzeitig prognostizieren diese Szenarien eine Erhöhung der Lufttemperaturen im Bereich von 1,5 bis 3,8 Grad (2071–2100 zu 1961–1990).

Überträgt man das statistische Modell WETTREG mit seinem optimistischen Szenario SRES B1 (Spekat et al. 2007) auf die über Bayern verteilten Standorte der Waldklimastationen, wird eine mittlere jährliche Temperaturzunahme von 1,9 Grad an den Waldklimastationen für die Periode 2071–2100 gegenüber der Vergleichsperiode 1961–1990 vorhergesagt. Ein Temperaturanstieg ist für alle Monate anzunehmen. Die stärksten Zunahmen sollen im Winter stattfinden und können etwa drei Grad Kelvin erreichen. Die »geringsten« Zunahmen um ein Grad Kelvin sagt das Modell für die Frühlingsmonate März, April und Mai voraus (Abbildung 2). Auch für den Niederschlag wird eine deutliche saisonale Umverteilung in Form einer starken Zunahmen in den Wintermonaten bei gleichzeitigem Rückgang in den Sommermonaten vorhergesagt. Die Zunahme fällt im Winter mit bis circa 40 Prozent stärker aus

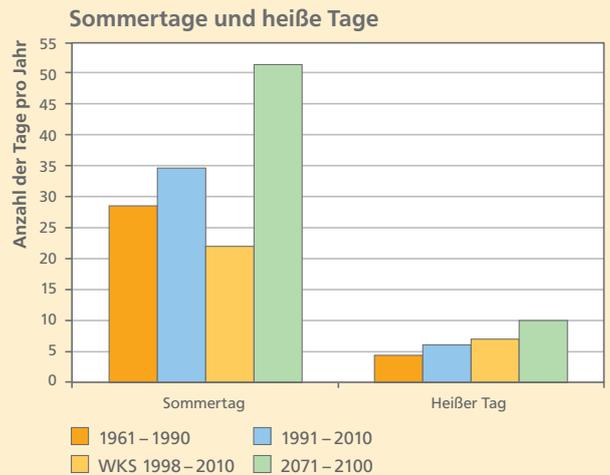


Abbildung 4: Mittlere jährliche Anzahl der Sommertage ( $T_{max} > 25\text{ °C}$ ) und der heißen Tage ( $T_{max} > 30\text{ °C}$ ) an den 56 bayerischen DWD-Klimastationen (Spekat et al. 2007) für die Perioden 1961–1990, 1991–2010 und 2071–2100 (Szenario B1) sowie an den Waldklimastationen (Messperiode 1998–2010)

als die Abnahme im Sommer mit einem Rückgang um etwa 25 Prozent (Abbildung 3).

Auch die Häufigkeit von extremen Temperaturwerten wird sich deutlich ändern. Die Anzahl der Hitzetage mit Maximaltemperaturen über 35 °C wird sich nach einer Auswertung von 56 Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes von 1961 bis 1990 von fünf auf zehn in den letzten drei Dekaden dieses Jahrhunderts (2071–2100) verdoppeln (Abbildung 4). Bei den Waldklimastationen beträgt die mittlere Anzahl der Hitzetage für den Zeitraum 1998–2010 sieben Tage im Jahr, was sich gut mit der Angabe der DWD-Klimastationen für die Periode 1991–2010 deckt. Es ist daher zu erwarten, dass auch waldnah die Anzahl der Hitzetage auf zehn steigen wird. Für die Anzahl der Sommertage mit Maximaltemperaturen von über 25 °C wird eine Erhöhung von 29 (in der Periode 1961–90) auf 51 Tage pro Jahr (in der Periode 2071–2100) vorhergesagt. Allerdings zeigt der Vergleich der Anzahl der Sommertage an den Waldklimastationen in der Periode 1998–2010 mit den DWD-Klimastationen für die Periode 1991–2010, dass im Wald deutlich weniger Sommertage vorkommen. Hier macht sich eventuell der kühlende Einfluß der Waldumgebung bemerkbar. Gleichzeitig unterscheiden sich aber auch die Höhenlage der betrachteten Stationsnetze sowie die Periodenlänge.

### Änderungen im Wasserhaushalt

Der Wasserhaushalt eines Waldstandortes wird heute mit Hilfe physikalisch basierter Modelle beschrieben, die die Wasserbewegung im Boden und in der jeweiligen Vegetation berücksichtigen. Diese Modelle übersetzen den Witterungsverlauf in einen Wasserhaushaltsverlauf, der letztlich für die Wasserversorgung und somit Vitalität der Bäume entscheidend ist.

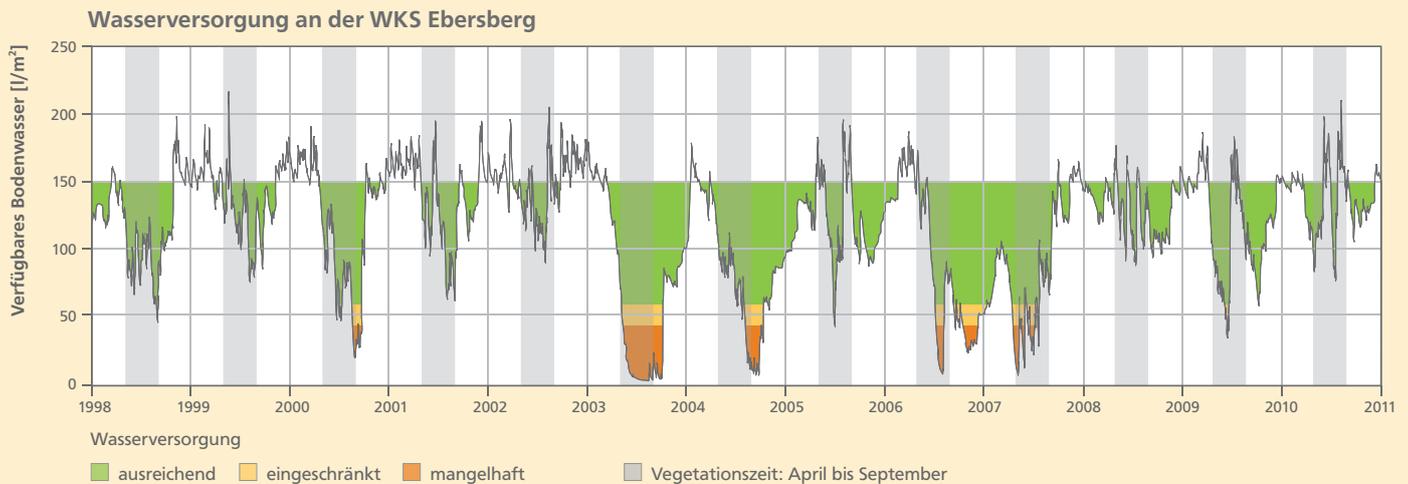


Abbildung 5: Verfügbares Bodenwasser mit Anzeige der Einschränkung der Wasserversorgung an der WKS Ebersberg vom 1.1.1998 bis 31.12.2010

Verwendet man Zeitreihen eines Zukunftsszenarios wie WETTREG A1B für die Wasserhaushaltsmodellierung, zeigt sich, dass sowohl die Häufigkeit von sommerlichen Trockenperioden wie auch die Andauer des Trockenstresses in Extremjahren zunimmt (Zimmermann 2011). Mit dem Anstieg der mittleren Temperaturen und der Häufigkeit von Extremwerten steigt die Wahrscheinlichkeit, dass es künftig auch einmal zu einer Abfolge von zwei heißen und trockenen Sommern hintereinander kommen kann. Die Sommer könnten dann noch von einem milden Winter mit unterdurchschnittlichem Nie-

derschlag und kaum einer Speicherung des Wasservorrats in der Schneedecke getrennt sein. Damit wären die Bodenfeuchtespeicher zu Beginn des Frühjahrs des zweiten Sommers nicht optimal gefüllt, so dass sich im Sommer eine Hitzeperiode und Dürre stärker bemerkbar machen würden. Um einen solchen Fall zu konstruieren, müssen wir gar nicht weit in die Vergangenheit zurückgehen. Vielen ist sicherlich der Rekordsummer 2003 noch in Erinnerung. Wenn nun der Sommer 2003 nicht nach dem feuchten Winter 2002/2003 stattgefunden hätte, sondern nach dem relativ trockenen Sommer 2006 und dem milden Winter 2006/2007, wie hätte dann die Wasserversorgung der Wälder in Bayern ausgesehen? Solche Fragen können wir mit dem an die Standorte der Waldklimastationen angepassten Wasserhaushaltsmodell LWF-BROOK90 beantworten.

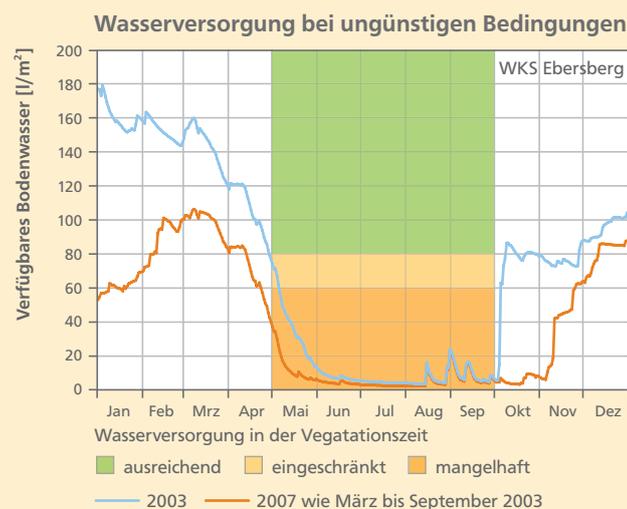


Abbildung 6: Verfügbares Bodenwasser mit Anzeige der Einschränkung der Wasserversorgung während der forstlichen Vegetationsperiode an der WKS Ebersberg für das Jahr 2003 und für das Jahr 2007 unter Verwendung der Niederschlags- und Temperaturverhältnisse von März bis September 2003

### Zwei extrem heiße Sommer in Folge

Die Waldklimastation Ebersberg liegt in der Münchner Schotterebene am Rande zum voralpinen Hügelland. Für die Periode 1971–2000 betragen dort der mittlere Jahresniederschlag circa 1.000 Liter pro Quadratmeter und die mittlere Jahreslufttemperatur 8,2 °C. Der 95-jährige Fichtenbestand stockt auf einer schluffig-lehmigen bis sandig-lehmigen Parabraunerde auf den Niederterassenschottern des Inntalgletschers. Die Parabraunerde hat einen hohen Skelettgehalt auf Grund des Schotters in der Tiefe, daher wurzeln die Bäume lediglich bis in 80 Zentimeter Tiefe. Damit ist die Speicherleistung im Boden gering; die nutzbare Feldkapazität in der effektiven Wurzeltiefe beträgt lediglich 150 Millimeter.

www.holz-von-hier.de – ein starkes Netzwerk

Foto: Holz-von-Hier



Der Aufzugschacht für ein Schülerwohnheim in Rehau wird angesetzt. Für das mehrstöckige Gebäude wurden 450 m<sup>3</sup> Holz verbaut und 670 km »kumulierter Gesamtweg« zurückgelegt.

»Holz von Hier« ist ein Netzwerk aus Betrieben und Partnern der Forst- und Holzwirtschaft und angrenzender Branchen. Beiliegend ist die gesamte Verarbeitungskette aus dem Forst mit den Waldbesitzern und den Privatwaldorganisationen über die Holzbe- und -verarbeitung und Handel, Architekten, Logistikbetriebe bis hin zu den kommunalen Verwaltungen. Als Partner für die Regionen arbeitet »Holz von Hier« eng mit regionalen Initiativen zusammen. Unterstützt wird das Netzwerk von wichtigen Verbänden der Forst- und Holzwirtschaft wie dem Bayerischen Gemeindetag, dem Bayerischen Waldbesitzerverband e. V., Verbänden der Holzwirtschaft Bayern/Thüringen e. V., die einen »Regionalpakt Wald-Forst-Holz« gegründet haben.

Dem Netzwerk können sich Betriebe anschließen, die sich ebenfalls ihrer jeweiligen Region sowie den Zielen der Förderung des Klimas und der Artenvielfalt verpflichtet fühlen. Bei der Vermarktung entsprechender Produkte müssen bestimmte Regionalitätskriterien eingehalten werden.

»Holz von Hier« steht vor allem für Holz und Holzprodukte der kurzen Wege. Der Herkunftsnachweis dokumentiert die Transportentfernungen, die ein jeweiliges Produkt vom Wald ab entlang der gesamten Verarbeitungskette zurückgelegt hat. »Holz von Hier« bedeutet aber auch »global denken – regional handeln«. Jedes Handeln in einem Teil unserer globalisierten Welt hat Folgen in weit entfernten anderen Teilen. Als eine verantwortungsvolle Gemeinschaft fördert das Netzwerk Klimaschutz und Schutz der Artenvielfalt, Verbraucherschutz, sowie Erhalt von Arbeits- und Ausbildungsplätzen. Eines von vielen Beispielen ist das Schülerwohnheim im oberpfälzischen Rehau (Foto). Der Bau ist der erste mehrstöckige Wohnhausbau aus Holz in Deutschland. Besonders klimafreundlich ist, dass dieser Holzbau ganz aus »Holz von Hier« hergestellt wurde.

Verwaltet und organisiert werden das Netzwerk und der Herkunftsnachweis derzeit vom BNR – Beratung für nachhaltiges Ressourcenmanagement – mit Sitz in Bayreuth.

red

Im Sommer 2003 war der verfügbare Bodenwasserspeicher schon ab Anfang Mai weitgehend erschöpft. Ab Mitte Mai war die Wasserversorgung mangelhaft (Abbildung 5). Diese sehr schlechte Wasserversorgung hielt bis Anfang Oktober an. Erst dann füllten ergiebige Niederschläge die Bodenwasserspeicher wieder auf. Auch 2004 und 2006 trocknete der Boden wegen seiner geringen Speicherleistung wieder stark aus. Nur in ausgesprochen feuchten Jahren war die Wasserversorgung für die Bäume nicht eingeschränkt. Noch stärker wäre der Trockenstress ausgefallen, wenn dem Dürresommer 2003 ein trockenes Jahr und ein milder Winter vorausgegangen wäre (wie oben beschrieben), wenn die Witterungszeitreihe vom März bis September 2003 den gleichen Zeitraum im Jahr 2007 ersetzt (Abbildung 6). In diesem Fall dauerte die Periode mangelhafter Wasserversorgung in der Vegetationsperiode zwei Wochen länger als 2003. Damit wäre der Trockenstress der Wälder erheblich größer und größere Schäden wohl unvermeidlich gewesen.

## Literatur

Fröhlich, D.; Zimmermann, L.; Schulz C. (2010): *Klimawandelforschung: Nostradamismus, Futurologie und Wissenschaft*. LWF aktuell 77, S. 38–42

Rudolf, B.; Malitz, G.; Gratzki, A. (2010): *Klimamonitoring für KLIWA*. In: AK KLIWA (Hrsg.): 4. KLIWA-Symposium am 3. und 4. Dezember 2009 in Mainz. KLIWA-Bericht 15, S. 97–106

Schär, Ch.; Vidale, P.L.; Lüthi, D.; Frei, Ch.; Liniger, A.; Appenzeller, Ch. (2004): *The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves*. Nature 427, S. 332–336

Spekat, A.; Enke, W.; Kreienkamp, F. (2007): *Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarien mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG 2005 auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI – OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES – Szenarien B1, A1B und A2*. Projektbericht im Rahmen des F+E-Vorhabens 204 41 138 »Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland – Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland«. Mitteilungen des Umweltbundesamtes, 149 S.

Zimmermann, L. (2011): *Wenn Wälder auf dem Trockenen sitzen*. LWF aktuell 80, S. 36–37

Dr. Lothar Zimmermann und Dr. Stephan Raspe sind Mitarbeiter in der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

[Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de](mailto:Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de), [Stephan.Raspe@lwf.bayern.de](mailto:Stephan.Raspe@lwf.bayern.de)